

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**Tema: “Evaluación de bioinsumos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu veloso (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el Cantón San Pedro de Huaca”**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del  
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Ayala Paspuel Juan Carlos

TUTOR: MSc, Mora Quilismal Segundo Ramiro PhD.

Tulcán, 2024.

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Ayala Paspuel Juan Carlos con el número de cédula 040170656-9 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsumos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu vellosa (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el Cantón San Pedro de Huaca"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

---

MSc, Mora Quilismal Segundo Ramiro PhD.

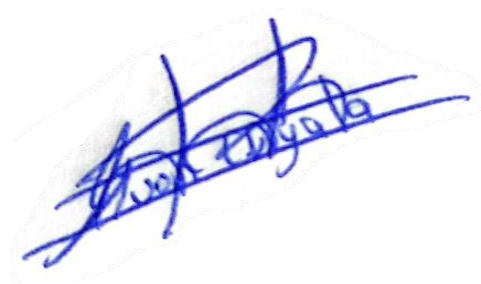
**TUTOR**

Tulcán, septiembre de 2024

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Ayala Paspuel Juan Carlos con cédula de identidad número 040170656-9 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



---

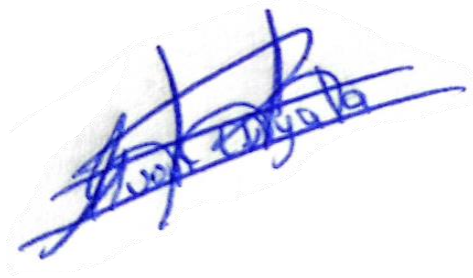
Ayala Paspuel Juan Carlos

**AUTOR**

Tulcán, septiembre de 2024

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Ayala Paspuel Juan Carlos declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsumos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu veloso (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el Cantón San Pedro de Huaca" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



---

Ayala Paspuel Juan Carlos

**AUTOR**

Tulcán, septiembre de 2024

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme la oportunidad de alcanzar una meta tan anhelada en mi vida. Su guía y bendición han sido fundamentales para lograr este objetivo.

A mi familia, por su apoyo incondicional, paciencia y confianza constantes. Su compañía y motivación inquebrantable han sido fundamentales para superar las adversidades y obstáculos que surgieron en el camino. Su fortaleza y aliento me han impulsado a seguir adelante, haciendo posible cada paso hacia mis metas.

A las autoridades y docentes de la prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi, especialmente a los docentes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, por compartir sus conocimientos y experiencias que han sido esenciales para mi desarrollo profesional. Su dedicación y enseñanza han sido fundamentales para alcanzar mis metas y avanzar en mi vida profesional.

Agradezco profundamente al PhD. Ramiro Mora, tutor de mi investigación, por compartir su vasto conocimiento y por su paciencia constante. Sus consejos y orientación fueron una fuente de motivación que me impulsó hasta el final de la investigación, su apoyo ha sido invaluable para la culminación exitosa.

Ayala Paspuel Juan Carlos

## DEDICATORIA

A Dios, por su constante presencia en mis momentos más difíciles y por las bendiciones que me otorga, las cuales me han dado la fuerza y la perseverancia para seguir adelante. Su guía y apoyo incondicionales han sido fundamentales para superar los desafíos y alcanzar mis objetivos.

A mis padres y hermanos que, con amor incondicional, su esfuerzo constante y sus valiosos consejos, que han sido fundamentales para alcanzar mi meta de culminar mi carrera universitaria. Su apoyo y dedicación han sido la base sobre la cual he construido mi éxito académico.

A mi hija, quien ha sido mi principal motivación para perseverar a lo largo de toda mi carrera universitaria. Su amor me impulsó a no rendirme, incluso en los momentos más difíciles, y me dieron la fortaleza para superar los fracasos y seguir adelante. Su cariño constante y su presencia han sido una fuente constante de inspiración y fuerza para lograr mis objetivos.

Ayala Paspuel Juan Carlos

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13
<b>I. PROBLEMA</b> .....	14
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	14
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	14
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	14
<b>1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos.....	15
1.4.3. Preguntas de Investigación .....	15
<b>II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	16
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	16
<b>2.2. MARCO TEÓRICO</b> .....	18
2.2.1. Origen de la Lechuga.....	18
2.2.2. Generalidades de la Lechuga.....	19
2.2.3. Taxonomía .....	19
2.2.4. Morfología.....	20
2.2.5. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de lechuga .....	21
2.2.6. Plagas y enfermedades.....	21
2.2.7. Fertilización.....	25
2.2.8. Cosecha y postcosecha .....	26
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	27
<b>3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO</b> .....	27

3.1.1. Enfoque .....	27
3.1.2. Tipo de Investigación .....	27
<b>3.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4. MÉTODOS UTILIZADOS.....</b>	<b>30</b>
3.4.1. Ubicación del Proyecto .....	30
3.4.2. Superficie de ensayo.....	30
3.4.3. Distribución de los tratamientos .....	31
3.4.4. Población y muestra de la investigación .....	31
3.4.5. Tratamientos.....	32
3.4.5.1. Factores en estudio.....	32
3.4.6. Manejo del experimento .....	33
<b>3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>34</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1. RESULTADOS. ....</b>	<b>35</b>
4.1.1. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta.....	35
4.1.2. Diámetro de la Roseta .....	36
4.1.3. Incidencia del Mildiu veloso .....	38
4.1.4. Severidad del Mildiu veloso .....	39
4.1.5. Peso de la Lechuga .....	41
4.1.6. Relación Costo – Beneficio.....	42
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la lechuga .....	20
Tabla 2. Clasificación Taxonómica de <i>Bremia lactucae</i> .....	22
Tabla 3. Clasificación Taxonómica de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	23
Tabla 4. Clasificación Taxonómica de <i>Bacillus subtilis</i> . ....	24
Tabla 5. Requerimientos nutricionales de la lechuga .....	26
Tabla 6. Operacionalización de variables .....	28
Tabla 7. Características del ensayo experimental. ....	30
Tabla 8. Tratamientos evaluados.....	32
(Romero Cortes, 2015), menciona la escala de 6 grados Tabla 9: .....	33
Tabla 9. Escala de 6 grados. ....	33
Tabla 10. ANOVA de altura de Planta (cm), desde los 11 hasta los 77 ddt.....	35
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en (cm) a los 77 ddt. ....	36
Tabla 12. ANOVA para el diámetro de la Roseta (cm), desde los 11 hasta los 77 ddt. .....	37
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de la Roseta en(cm) a los 77 ddt. .....	37
Tabla 14. ANOVA para la Incidencia del Mildiu veloso, desde los 11 hasta los 77 ddt. .....	38
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% incidencia del Mildiu veloso, a los 77 ddt.....	39
Tabla 16. ANOVA para la Severidad del Mildiu veloso, desde los 11 hasta los 77 ddt. .....	40
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para la severidad del Mildiu veloso a los 77 ddt....	40
Tabla 18. ANOVA para el peso de la lechuga en kg a los 77 ddt.....	41
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el peso en kg a los 77 ddt.....	41
Tabla 20. Relación costo – beneficio.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la lechuga .....	20
Figura 2. Centro experimental San Francisco .....	30
Figura 3. Población del ensayo experimental. ....	31
Figura 4. Unidad experimental. ....	31
Figura 5. Formula de % Incidencia.....	32
Figura 6. Trasplante de plántulas .....	54
Figura 7. Verificación de plántulas .....	54
Figura 8. Dosificación de bioinsumos.....	54
Figura 9. Cobertura .....	54
Figura 10. Plántulas sin cobertura.....	54
Figura 11. Aplicación de bioinsumos .....	54
Figura 12. Cosecha .....	55
Figura 13. Cosecha .....	55
Figura 14. Prueba de Tukey al 5 %, para la Altura de planta los 77 ddt. ....	55
Figura 15. Prueba de Tukey al 5% para el Diámetro de la roseta a los 77 ddt.....	55
Figura 16. Prueba de Tukey al 5% para la Incidencia en la planta a los 77 ddt.....	56
Figura 17. Prueba de Tukey al 5% para la Severidad en la planta a los 77 ddt.....	56
Figura 18. Prueba de Tukey al 5%, para el Peso de la planta a los 77 ddt.....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC .....	51
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas .....	52
Anexo 3. Resultados del análisis del suelo previo a la investigación. ....	53
Anexo 4. Evidencia de recolección de información. ....	54

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicado en el cantón San Pedro de Huaca con una altitud de 2834 msnm y cuyas coordenadas geográficas corresponden a: 00-38'-29" latitud Norte y 77-43°-35' longitud Oeste. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los bioinsumos más cobertura vegetal para el control de Mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Para tal fin se empleó un DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos realizados fueron: T1 (Cobertura Vegetal + *Bacillus subtilis*), T2 (Cobertura Vegetal + *Trichoderma harzianum*), T3 (Cobertura vegetal), T4 (*Bacillus subtilis*), T5 (*Trichoderma harzianum*), T6 (Químico), T7 (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*) y T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*). Por otra parte, las variables correspondieron a: la altura de planta (cm) y diámetro de la roseta (cm), incidencia en (%) y severidad en (escala de 6 grados), del Mildiu veloso, peso a la cosecha (kg) y análisis económico (USD). Para el análisis estadístico respectivo se utilizó el software RStudio y se aplicó la prueba de Tukey al 5%. Los resultados revelaron que el tratamiento T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*) fue el mejor en cuanto a la altura y diámetro de la roseta, peso a la cosecha, incidencia y severidad de Mildiu veloso (*Bremia lactucae*), así como el mejor costo beneficio, este último, generó una utilidad de \$0.80 ctvs por dólar invertido.

**Palabras Claves:** *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, Incidencia, Severidad.

## ABSTRACT

The research was carried out at the San Francisco Experimental Center of the State Polytechnic University of Carchi, located in the canton of San Pedro de Huaca, at an altitude of 2834 meters above sea level, with geographical coordinates of 00°38'29" North latitude and 77°43'35" West longitude. The objective of this study was to evaluate the use of bioinputs in combination with plant cover for the control of downy mildew (*Bremia lactucae*) in lettuce (*Lactuca sativa*) crops. To achieve this goal, a Completely Randomized Block Design (CRBD) was employed with eight treatments and four replications. The treatments evaluated were: T1 (Plant Cover + *Bacillus subtilis*), T2 (Plant Cover + *Trichoderma harzianum*), T3 (Plant Cover), T4 (*Bacillus subtilis*), T5 (*Trichoderma harzianum*), T6 (Chemical), T7 (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*) and T8 (Plant Cover + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*). The variables analyzed included plant height (cm), rosette diameter (cm), incidence (%) and severity (6-degree scale) of downy mildew, weight at harvest (kg) and economic analysis (USD). For the statistical analysis, the RStudio software was used, and the Tukey test was applied at 5%. The results showed that the T8 treatment (Plant Cover + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*) was the most effective in terms of rosette height and diameter, harvest weight, and control of the incidence and severity of downy mildew (*Bremia lactucae*). In addition, this treatment offered the best cost-benefit, generating a profit of \$0.80 for every dollar invested.

**Key Words:** *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, Incidence, Severity.

## INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*) es cultivada extensamente en muchos países a nivel mundial, con Asia y Europa aportando alrededor del 80% de la producción global, mientras que el continente americano contribuye con el 20% restante (Viteri & García, 2013).

Varios estudios realizados a nivel mundial han indicado que la lechuga es vulnerable a varios organismos que causan enfermedades, entre ellos se destacan *Botrytis cinerea*, *Bremia lactucae* y diferentes especies de *Sclerotinia* (Ferro, 2020).

En Ecuador, la lechuga se cultiva principalmente por pequeños agricultores, con un 83% de la producción destinada al consumo nacional según (M & V, 2010). Este cultivo se practica en diversas condiciones como hidropónicos, sistemas de acolchado y en campo abierto, este último siendo el método tradicional utilizado (Díaz, 2017).

En Ecuador durante la última década, ha habido un cambio significativo en la producción agrícola, especialmente en el cultivo de hortalizas como la lechuga, que ha experimentado un aumento en la demanda debido a la introducción de nuevas variedades y el crecimiento del consumo. Esto ha impulsado una tendencia hacia el uso de insumos alternativos, subrayando la importancia de evaluar la producción y productividad de estas nuevas variedades en distintas épocas del año y sistemas de cultivo, los cuales están ganando cada vez más relevancia (Cordero Arévalo, 2021).

La lechuga es ampliamente cultivada y consumida debido a su notable valor nutricional, superior al de muchas otras hortalizas. Sin embargo, factores como variaciones climáticas, el pH del suelo y las técnicas de siembra pueden aumentar su vulnerabilidad a enfermedades, las cuales pueden causar daños significativos y pérdidas económicas en su producción (García & González, 2021a) .

## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según García & González (2021), la lechuga es una de las plantas más populares y ampliamente cultivadas a nivel global, destacándose por sus excelentes propiedades nutricionales en comparación con otras hortalizas. No obstante, variaciones climáticas, el pH del suelo o métodos de siembra pueden aumentar la vulnerabilidad del cultivo a enfermedades que dañan la planta y ocasionan significativas pérdidas económicas durante su producción.

*Bremia lactucae* es un hongo patógeno y parásito perjudicial que se desarrolla exclusivamente en plantas vivas, causando síntomas visibles como lesiones marrones en la parte superior de las hojas (Matheron, 2015). Los esporangios emergen a través de los estomas, generando una gran cantidad de esporas asexuales que provocan nuevas infecciones, dispersándose por el agua y el viento hacia plantas sanas cercanas (Kunjjeti et al., 2016).

El hongo *Bremia lactucae* ocasiona manchas en los nervios de las hojas, haciendo que se vuelvan amarillas y con aspecto acuoso. Produce un polvo fino compuesto por esporas, que perpetúan las infecciones, especialmente durante períodos de lluvia, otoño y primavera. Las hojas más cercanas al suelo son las más afectadas y representan un desafío mayor para su control (Flores Palate, 2024).

### 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Cómo influye la utilización de bioinsumos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

El acolchado, también conocido como mulching, es una técnica que consiste en cubrir el suelo con diversos materiales como paja, restos de cultivos, hojas, corteza de árboles, piedras o plásticos. Este método protege el suelo evitando su exposición al aire, previniendo la erosión y reduciendo el crecimiento de malezas. El acolchado varía entre 15 y 20 cm dependiendo del tipo de material y las necesidades específicas

del cultivo (Consuelo et al., 2015).

Las interacciones entre las especies de *Bacillus* y los entornos terrestres pueden ocurrir de manera directa o indirecta. Directamente, estas bacterias actúan como agentes en la rizosfera, donde degradan sustratos compuestos de origen animal, vegetal y orgánico como hidrocarburos. Además, promueven la producción de antibióticos, el crecimiento de las plantas y procesos como la fijación de nitrógeno y la solubilización de fosfatos. Indirectamente, *Bacillus* puede ser responsable de la producción de diversas sustancias que antagonizan patógenos o inducen mecanismos de resistencia (Corrales Ramírez MSc et al., 2017).

*Trichoderma* tiene una alta eficacia en el control de enfermedades de plantas causadas por hongos patógenos del suelo. Actúa como hiperparásito competitivo al producir metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas. Los cambios celulares a nivel estructural incluyen vacuolización, formación de gránulos, descomposición del citoplasma y lisis celular, que afectan de manera adversa a los organismos con los que interactúa (Ezziyyani et al., 2004).

#### **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

##### 1.4.1. Objetivo General

Evaluar bioinsumos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).

##### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar los efectos de los bioinsumos y cobertura vegetal en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).
- Identificar el mejor tratamiento, para el control biológico de Mildiu veloso.
- Determinar el costo-beneficio de cada uno de los Tratamientos.

##### 1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles serán los efectos de los bioinsumos y cobertura vegetal en cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)?
- ¿Cuál será el mejor tratamiento, para el control biológico de Mildiu veloso?
- ¿Cuál será el costo-beneficio de los tratamientos?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(López Moreta, 2017), de la Universidad Técnica de Ambato, en la parroquia Izamba del cantón Ambato, provincia de Tungurahua se probó el efecto de *Trichoderma* spp. más Mulch y *Bacillus* sp. para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), logrando un resultado donde la aplicación de *Trichoderma* spp + Mulch, obtuvo el mejor resultado, con menor porcentaje de incidencia a los 15 días (3,25%), a los 30 días (4,25%) y a los 45 días (5,50%). Menor porcentaje de severidad a los 15 días (hasta 10% de afectación), como a los 30 días (hasta 10% de afectación) y a los 45 días (hasta 10% de afectación), al igual acortando la cosecha (60,00 días) y alcanzando el mejor rendimiento (69,30 kg/parcela). También aplicar los productos al trasplante y a los 15 días del trasplante, fue la frecuencia que mejor resultados aportaron, al comprobar el menor porcentaje de incidencia a los 15 días (3,00%), como a los 30 días (4,50%) y a los 45 días (6,25%).

(Zea et al., 2020), en la Universidad de Cuenca, través de un estudio que evaluó los efectos de dos sistemas de acolchado vivo sobre el desarrollo y rendimiento de calabaza y lechuga, cultivos hortícolas cultivados en sistemas de producción urbanos en Cuenca (Ecuador), mostrando resultados sobre algunos acolchados pueden lograr rendimientos parejos a los observados en un sistema de sembrado tradicional sin cobertura. No obstante, la ejecución y manejo de los sistemas de acolchado demandaron mayores recursos económicos y trabajo que el sistema tradicional sin cobertura.

(Paredes, 2014), en la Universidad Técnica de Ambato, en el barrio San Juan, parroquia Izamba, del cantón Ambato para evaluar el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedades Winterhaven y Great Lakes, 6 tratamientos recibieron *Bacillus*, más dos testigos que recibieron (control químico) y dos testigos que no recibieron ninguna aplicación o control. Los datos obtenidos en el estudio muestran que 2 ml/l de *Bacillus* dividida en dos

aplicaciones a los 21 y 42 días posteriormente de la siembra es la mejor opción para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Winterhaven provocando resistencia al ataque de mildiu veloso (*Bremia lactucae*). Además, también se confirmó que la variedad Winterhaven fue la más resistente al ataque de mildiu veloso (*Bremia lactucae*), alcanzando una media de 36,92% de incidencia a los 36 días después del trasplante, posteriormente la incidencia a los 48 días después del trasplante se obtiene una media de 38,11%, seguida de una incidencia a los 72 días después del Trasplante con una media de 39,55% y finalmente logrando una media de 50,70% de severidad a los 72 días después de la plantación.

(Galeas Miguez, 2014), en la Universidad Técnica de Ambato, realizó una investigación en la finca Agroecológica del cantón Píllaro evaluando la efectividad de *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en la producción de lechuga *Lactuca sativa*". El principal resultado mencionado es que *Bremia lactucae* se presentó a los 45 días después del trasplante en los tratamientos E0D2 (Aplicamos al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) con un 20 % de incidencia, E2D2 (Aplicamos a los 22 días después del trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) con un 18 % de incidencia y E3D2 (Aplicamos a los 42 días después del trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) con un 14 % de incidencia, estos menores porcentajes se deben a que las condiciones climáticas óptimas para el desarrollo de la enfermedad no se exhibieron en el campo. Se estableció que el tratamiento E0D2 (Aplicamos al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) se logró el mejor peso de cosecha y la mayor utilidad económica.

(Rodríguez Ferro, 2020), en un estudio realizado por el Centro de Investigaciones Fitopatológicas de la Universidad de la Plata sus objetivos fueron: Evaluar la efectividad de un biofungicida a base de *T. harzianum* sobre la salud y el desempeño de plantas de lechuga en campo. Los resultados obtenidos en cuanto los rendimientos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos probados. Sin embargo, se observó un aumento en los tratamientos donde utilizamos *T. harzianum* al sustrato de la plantinera. Los tratamientos tratados con 30% de concentración del hongo arrojó una media superior con correlación al número de hojas y peso fresco en el momento de la cosecha. Aunque no se encontraron diferencias significativas según la prueba de Tukey, sí mostró un aumento en el rendimiento del cultivo.

(Pechu Santisteban, 2019), en un estudio realizado por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en Perú, sus objetivos fueron evaluar el Efecto de la inoculación de microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L*) variedad romana en condiciones de azotea-Tarma-2016, sus tratamientos fueron: T1 (Microorganismos eficientes), T2 (Basu), T3 (Trichocastle), T4 (testigo). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta a los 20 y 90 días; diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 y 90 días; número de hojas, peso de la lechuga por cabeza y rendimiento. Se utilizó el Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 15 repeticiones. De los resultados obtenidos: La altura de planta a los 20 y 90 días fue de 13,33 cm y 15,78 cm para el T2 y T3 respectivamente; el diámetro de la cabeza de la lechuga a los 20 días no se muestra diferencias entre tratamientos y 90 días fue de 21,67 cm para el T1; el número de hojas fue de 16,22 para el T3; el peso de la lechuga por cabeza fue de 214,44 g para el T3; el rendimiento obtenido fue de 16 083 kg/ha.

(Mogro Marcatoma, 2024), evaluó el efecto de tres bioformulados líquidos en combinación con fertilizante químico en el desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) var. Crespa, siendo dos los factores en estudio: bioproductos (T. harzianum, B. subtilis y T. harzianum + B. subtilis) y dosis de fertilizante (0%, 25%, 50%, 75% y 100%); el diseño fue bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial (3x5) con 15 tratamientos y 3 repeticiones, la aplicación de los tratamientos se realizó desde el día 15 al 45 después del trasplante. Los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de T. harzianum + B. subtilis con una dosis de fertilizante del 75% obteniendo una altura de 19,15cm, un número de hojas promedio de 18,35 hojas/planta, un peso fresco y seco de la raíz de 36,42 y 7,37 g respectivamente, y en peso de follaje fresco y seco de 201,67 y 53,96 g respectivamente. La mejor relación beneficio-costo fue de la misma combinación con USD de 0,67 y una rentabilidad del 67,22%. Se concluye que el tratamiento que obtuvo mayores beneficios fue T. harzianum + B. subtilis con una dosis de fertilizante del 75%.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Origen de la Lechuga**

La lechuga tiene su origen en la India, ubicada en Asia Central. Ha sido mencionada en la mitología antigua y también por escritores como Plinio en su obra "Historia

Natural", quien destacaba sus propiedades calmantes; otros autores resaltan sus beneficios para la salud (ALFONSO, 2020).

El cultivo de la lechuga tiene una historia que se remonta aproximadamente 2.500 años atrás. Las primeras variedades de esa época eran lechugas de hojas sueltas, aunque las variedades rizadas ya eran conocidas en Europa desde el siglo XVI (Aguilar et al., 2014).

### 2.2.2. Generalidades de la Lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa*), es una planta anual que prospera en regiones semitempladas, con una amplia variedad de tipos disponibles. Esta hortaliza se puede disfrutar durante todo el año. El nombre *Lactuca* deriva del latín *lactis* (leche), haciendo referencia a la savia lechosa que se desprende del tallo al cortarlo, mientras que *sativa* indica que se trata de una variedad cultivada y autógama (Oviedo Esparza, 2013).

Igual que cualquier otro cultivo, la lechuga se enfrenta a plagas, malezas y enfermedades, siendo las más significativas las bacterias y los hongos, que disminuyen su calidad y reducen la cantidad de producto apto para la venta, lo que afecta su competitividad (de Dios-Delgado et al., 2006).

La lechuga es la hoja verde más popular en la dieta mundial. Sin embargo, debido a su naturaleza, las hortalizas verdes están sujetas a diversos tipos de daños durante la cosecha y el almacenamiento, incluyendo ataques microbiológicos y daños físicos, lo que puede resultar en pérdidas significativas que pueden alcanzar hasta el 60% de la producción a nivel global (Vanegas et al., 2010).

### 2.2.3. Taxonomía

La importancia del cultivo de lechuga está aumentando con el paso del tiempo, gracias a la diversificación de tipos varietales como al aumento de la cuarta gama.

La lechuga es una planta anual, autógama de la familia Asteraceae y su nombre botánico es *Lactuca saliva* (Borrego et al., 2000).

**Tabla 1.** Taxonomía de la lechuga

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cichorioideae
Genero	<i>Lactuca</i>
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

**Fuente:** (Espinoza, 2017).

#### 2.2.4. Morfología



**Figura 1.** Morfología de la lechuga

Las estructuras de las plantas varían de tamaño y forma en base a la variedad sin embargo todas poseen iguales partes.

Según Álzate & Loiza (2008), Afirman que:

- Raíz: La lechuga crespa posee una raíz principal pivotante con poca ramificación, y en los primeros 30 cm de profundidad desarrolla numerosas raíces laterales que se extienden en la capa superficial del suelo (Hurtado Salazar, 2023).
- Hojas: La lechuga produce hojas grandes y numerosas, que pueden variar en forma dependiendo de la variedad, algunas siendo ovaladas. Las hojas se desarrollan desde cerca del suelo y continúan formándose a medida que la planta crece, siendo el producto final las hojas mismas (Inty, 2011b).
- Tallo: La lechuga presenta tallos cortos y hojas dispuestas en forma de roseta, las cuales varían en tamaño, textura, forma y color según la variedad (Guangasig Chango, 2022).

### 2.2.5. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de lechuga

Para aumentar la productividad de este cultivo, son necesarios condiciones ambientales favorables y técnicas de manejo adecuadas, que contribuyan a obtener un producto con mayor calidad nutricional (Solís Gonzalez, 2017).

- **Temperatura:** La lechuga necesita climas frescos y templados, con temperaturas ideales entre 13°C y 18°C, lo que permite su cultivo durante todo el año con cualquier variedad. Temperaturas elevadas por encima de los 30°C tienen un efecto negativo en la germinación y el desarrollo adecuado del cultivo, resultando en un crecimiento limitado (Enrique David Goites, 2008).
- **Humedad Relativa:** La lechuga es altamente sensible a la falta de humedad y tolera la sequía solo por períodos cortos. Se aconseja su cultivo en exteriores cuando las condiciones climáticas lo permitan (Oviedo Esparza, 2013).
- **Suelo:** El cultivo de lechuga prefiere suelos ligeros, arenoso-limoso, que tenga un buen sistema de drenaje, además un pH en un rango entre 6.5 a 7.8. El suelo además debe contar con alrededor de 50% de material orgánico sólido y otro 50% de porosidad para que pueda intercambiar agua, minerales y aire en partes equitativas. Además de ello este cultivo cuenta con buena resistencia a suelos de tipo alcalino, sin embargo, los mejores resultados se obtienen en suelos francos poco ácidos (Duran, 2007).
- **pH:** Para el óptimo desarrollo de lechuga, se debe cultivar en suelos con el pH preferiblemente neutros entre 6.7 y 7, aunque otros autores afirman que entre 5 a 7.5 siempre y cuando el suelo tenga buen drenaje y bastante contenido de materia orgánica.
- **Luz:** Las plantas de lechuga necesitan gran cantidad de luz solar por día ya que gracias a ello promueve el desarrollo foliar y el crecimiento oportuno, Se recomienda una intensidad de luz de al menos 10,000 a 15,000. En términos generales, se recomienda que niveles elevados de luz promuevan un mayor desarrollo de follaje en términos de volumen, peso y calidad.

### 2.2.6. Plagas y enfermedades

La clasificación de *Bremia lactucae* según (SOCIETY, 2001).

**Tabla 2.** Clasificación Taxonómica de *Bremia lactucae*.

Reino:	Straminopila
Dominio:	Eucariota
Clase:	Oomycetes
Orden:	Peronosporales
Familia:	Peronosporaceae
Género:	<i>Bremia</i>
Especie:	<i>Lactucae</i>
Nombre científico:	<i>Bremia lactucae</i>
Nombre común:	Mildiu Velloso

**Fuente:** (SOCIETY, 2001).

La germinación de *Bremia lactucae* ocurre aproximadamente entre 5 y 14 días después de la infección. Diversas pruebas han demostrado que las esporas de este sobreviven a 23°C de temperatura y una humedad relativa de 33 a 76%, mientras que la exposición a la luz solar es de 50 y 100% provoca reducciones a la germinación de esporas, lo que indica que la radiación solar es el principal componente que determinara la resistencia de *Bremia lactucae*, lo que indica que en días nublados o bajas intensidades de luz, las esporas son más eficaz para germinar (Wu et al., 2000).

*Trichoderma harzianum*: *Trichoderma* es un hongo cuya importancia radica en su capacidad de sintetizar y producir metabolitos, como enzimas, promotoras de crecimiento vegetal, y compuestos volátiles, entre otros, beneficios biológicos y ambientales. Esta especie se utiliza como biocontrol contra hongos fitopatógenos debido a diversos mecanismos de acción, destacando la antibiosis, micoparasitismo, la competencia por espacio y nutrientes, y producción de metabolitos secundarios (Hernández-Melchor et al., 2019).

Posee más de 30 especies de este género que tienen efectos beneficiosos para los cultivos. Este hongo distribuido por todo el mundo y se puede encontrar en diferentes regiones y hábitats. *Trichoderma* tiene muchas ventajas como agente de control biológico (Ríos, 2014).

*Trichoderma* es probablemente el hongo más útil, que encontramos en suelo capaz de producir muchos aumento y control en varios cultivos agrícolas, lo que lo convierte en un microorganismo fundamental en el suelo y los cultivos (Ríos, 2014).

*Trichoderma* es uno de los mejores agentes de biocontrol en la agricultura y representa más del 60% de la lista mundial de biofungicida, actúan como solubilizador de nutrientes y descomponedores de materia orgánica en la agricultura (Hernández-Melchor et al., 2019).

Trichoderma harzianum, se le puede encontrar en diferentes suelos orgánicos estos se adaptan a diferentes ambientes por lo que amplía su distribución, algunas especies prefieren zonas secas y templadas mientras que otras prefieren zonas templadas y frías. Este hongo se conoce por su producción de toxinas y antibióticos (Romero-Arenas et al., 2009). Según (Kirk et al., 2008), la clasificación taxonómica de Trichoderma harzianum, es la siguiente:

**Tabla 3.** Clasificación Taxonómica de Trichoderma harzianum.

Reino:	Fungi
División:	Ascomycota
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Familia:	Hypoceraeae
Género:	Trichoderma
Nombre común:	Trichoderma harzianum

**Fuente:** (Kirk et al., 2008).

**Bacillus subtilis:** Bacillus fue nombrado por primera vez en 1872 por Ferdinand Cohn para incluir las bacterias con forma de bastones que crecen en filamentos, consecutivamente en 1876, Cohn y Koch determino que especies del género (B. subtilis y B. anthracis) forman estructuras denominada endospora bacteriana o espora, resistentes al calor y que sobreviven a condiciones extremas de hidratación, sequía, calor y luz ultravioleta (Corrales Ramírez MSc et al., 2017).

Bacillus se encuentran ampliamente distribuido en los sistemas agrícolas, y una de sus principales aplicaciones es la prevención y control de enfermedades agrícolas, en la actualidad el principal mecanismo de Bacillus es la liberación de antibióticos, toxinas, sideróforos, enzimas, esto ayudara a introducir una buena resistencia sistémica, centrándose en su uso potencial para un buen control biológico (Villarreal-Delgado et al., 2018).

Las bacterias de Bacillus pueden inhibir el desarrollo de algunos hongos patógenos de las plantas. Bacillus subtilis es eficaz para controlar infecciones causadas por hongos y bacterias (Suntaxi & Valencia Gordón, 2016). A continuación, se presenta la clasificación taxonómica de Bacillus subtilis según (Ñacato Suntaxi & Valencia Gordón, 2016).

**Tabla 4.** Clasificación Taxonómica de *Bacillus subtilis*.

<b>Reino:</b>	<b>Bacteria</b>
Filo:	Firmicutes
Clase:	Bacilli
Orden:	Bacillales
Familia:	Bacillaceae
Género:	Bacillus
Especie:	<i>Bacillus subtilis</i>

**Fuente:** (Ñacato Sntaxi & Valencia Gordón, 2016).

Las esporas de *Bacillus* son estructuras altamente organizadas que consta de una serie de capas (exosporium, saco de la esporas, membrana interna, corteza, pared celular y membrana externa) que recubren el material genético, el núcleo, los ribosomas, las enzimas y una pequeña cantidad de agua disponible para su protección y mantenerlos intactos (Posada Uribe, 2017).

El más importante entre ellos es que *Bacillus* destaca por su crecimiento aeróbico o en ocasiones facultativo, Grampositivo, morfología de bacilos, motilidad flagelar y tamaño variable (0,5 a 10  $\mu\text{m}$ ), que crece mejor a pH neutro y ofrece muchas series. Efecto de la temperatura de crecimiento, aunque la mayoría de las especies son mesófilas (temperaturas entre 30 y 45°C), las diferencias metabólicas son relevantes para la promoción del crecimiento de las plantas y el control de patógenos (Villarreal-Delgado et al., 2018).

Cobertura Vegetal: Es una práctica agrícola, que se colocan materiales (inorgánicos u orgánicos) sobre de la superficie del suelo, esto mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo obteniendo una mejor productividad del suelo donde aplicamos la cobertura (Caguana Baño, 2022).

El acolchado es una práctica que se basa en utilizar materia prima al campo antes de la siembra para nutrir y extender sobre el suelo, los materiales plásticos, restos de cultivos, estiércol de ganado, arenas, rocas. El principal objetivo de los acolchados son restringir la evaporación y erosión hídrica, aumentar la temperatura del suelo, corregir la capacidad de abastecimiento de agua al suelo y reducir las malas hierbas del suelo. El acolchado mejora la producción de cultivos, aumenta el crecimiento de las plantas y reduce el uso de agua (El-Beltagi et al., 2022).

El acolchado posee algunas aplicaciones, incluida la disminución de la pérdida de agua del suelo al igual que la erosión del suelo, beneficia la fauna del suelo y la ayuda en las características del suelo y eleva los nutrientes al suelo. Ayuda a reducir el pH

del suelo, mejorando la disponibilidad de nutrientes. El acolchado reduce el deterioro del suelo al evitar que la escorrentía y la pérdida de suelo, mantiene el agua del suelo al reducir la evaporación, controla la temperatura del suelo y reduce el riego del cultivo (El-Beltagi et al., 2022).

El mulching contribuye a mantener más fría la temperatura del suelo, esto ayuda a crear un entorno más favorable para un mejor crecimiento de las plantas al reducir la exposición al calor directo del sol. El acolchado ayuda a proteger el suelo de las fluctuaciones de temperatura que pueden dañar las raíces y afectar de manera directa al desarrollo de los cultivos (erollet-bruc, 2023).

Químico: El mancozeb se utiliza principalmente para controlar hongos en una gran variedad de plantas, principalmente en frutas y vegetales (Alzate Pérez, 2022).

Los fungicidas son preventivos estos permanecen en el exterior de la planta, cubriendo las hojas. La principal desventaja de este fungicida es que solo actúa donde cae el fungicida en caso de lluvia se lava la hoja y pierde efectividad. Protege a la planta de enfermedades debemos aplicar antes de que las esporas de los hongos se formen en diferentes partes del cultivo (Burbano Coaboy & Heredia Ilvis, 2024).

Los fungicidas se refieren no solo a productos capaces de matar hongos, sino también aquellos compuestos que proporcionan resistencia a la planta convirtiendo al ambiente de la planta sea inadecuado para el desarrollo y crecimiento de organismos infecciosos (Melgarejo García, 2011).

#### 2.2.7. Fertilización

Una correcta fertilización garantizara una producción y rendimiento óptimos, sin embargo, los requerimientos nutricionales de una planta varían en función de la etapa fenológica en la que se encuentra. Por tanto, la necesidad dependerá de la etapa de vida y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.

Como ya se mencionó anteriormente cada etapa debe tener una necesidad nutricional diferente. Aproximadamente el 95% del nitrógeno se encuentra en el suelo, no obstante, no es directamente asimilable y el 5% si lo es, por lo que la planta lo debe asimilar en forma de ion de nitrato y ion de amonio. Este nutriente es asimilado por la planta desde el momento del trasplante de manera ascendente, el fósforo es asimilable en forma de fosfato monovalente ( $PO_4H_2$ ), como en la mayoría de las plantas la lechuga lo necesita principalmente en periodos de enraizamiento y

germinación. El potasio se asimila en forma de ion  $K^+$  y directamente de la materia orgánica cuando se mineraliza, la planta requiere grandes cantidades durante todo el proceso vegetativo por ende se debe aplicar con mayor frecuencia. El calcio se absorbe en forma de ion específicamente como  $(Ca^{2+})$ , su principal función es mantener el equilibrio entre el magnesio, el sodio y el potasio, además de regular el pH (PROAIN, 2020).

**Tabla 5.** Requerimientos nutricionales de la lechuga

<b>Elemento</b>	<b>Dosis</b>
Nitrógeno	100 kg/ha
Fosforo ( $P_2O_5$ )	50 kg/ha
Potasio ( $K_2O$ )	250 kg/ha
Calcio ( $CaO$ )	51 kg/ha
Magnesio ( $MgO$ )	22 kg/ha

**Fuente:** (PROAIN, 2020).

### 2.2.8. Cosecha y postcosecha

El proceso de cosecha se realiza entre los dos y los tres meses después del trasplante, sin embargo, varía el periodo de tiempo entre las diferentes variedades. Para el proceso de cosecha se debe considerar varios aspectos como: la altura que en promedio debe ser de 20 a 30 cm, no debe tener daños provocados por plagas o enfermedades y no debe tener florescencias. Otro parámetro importante es que la cabeza debe estar compactada y rígida (Chiesa, 2010).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

##### 3.1.1. Enfoque

Tiene un enfoque metodológico Mixto.

Cuantitativo: Se va a realizar la recolección de datos para verificar una hipótesis, en base a una medición numérica y un análisis estadístico.

Cualitativo: Verificamos la calidad del producto final (Hojas), observando que estén en perfectas condiciones para su comercialización.

##### 3.1.2. Tipo de Investigación

Campo: La presente investigación a campo abierto en el Centro experimental "San Francisco" en el cantón Huaca.

Experimental: La presente investigación es de tipo experimental, ya que se evalúa una respuesta, que serán procesados mediante análisis estadísticos.

Bibliográfica: Se ha tomado referencias de documentos tales como: páginas web, revistas, artículos, etc. Para sustentar de mejor manera en el tema planteado.

#### 3.2. HIPÓTESIS

**H1:** El uso de bioinsumos y cobertura vegetal, controlan el ataque de Mildiu vellosa (*Bremia lactucae*), en la Lechuga.

**H0:** El uso de bioinsumos y cobertura vegetal, no controlan el ataque de Mildiu vellosa (*Bremia lactucae*), en la Lechuga.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 6.** Operacionalización de variables

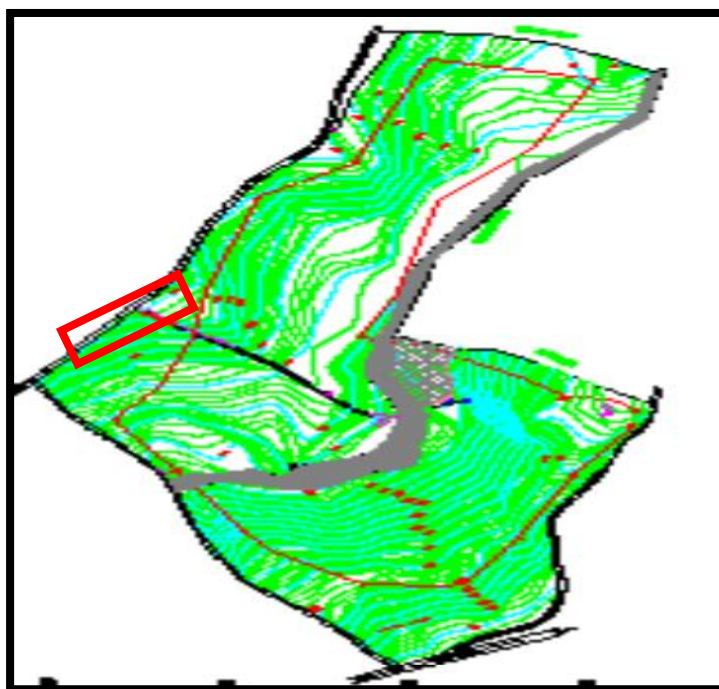
Variable definición	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable dependiente    Cultivo de Lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> )	Altura de Planta	Se tomo datos cada 11 ddt, en cm hasta el día de su cosecha, desde la base de la planta hasta su hoja más alta.	Medición Manual, Registro.	Flexómetro
	Diámetro de la Roseta	Se tomo datos cada 11 ddt, en cm hasta el día de su cosecha, de extremo a extremos de la planta.	Medición manual Registro.	Flexómetro
	Peso de la Lechuga	Se realizo la toma a los 77 ddt, al momento de su cosecha con una balanza en Kg, a cada lechuga que conforma la parcela neta.	Pesaje y Registro.	Balanza Manual
	Incidencia de Mildiu veloso	Se tomo datos cada 11 ddt, mediante la observación de las plantas afectadas por la enfermedad, mediante la utilización de una fórmula mencionada por López, 2017. La cual nos da el porcentaje de Plantas afectadas por la enfermedad. <ul style="list-style-type: none"> <li>Incidencia (%)= Plantas afectadas/Plantas evaluadas, x 100.</li> </ul>	Observación, Fórmula y Registro.	Fórmula, Calculadora
	Severidad de Mildiu veloso	Se tomo datos cada 11 ddt, mediante la utilización de una escala de 6 grados mencionada por Romero Cortes, 2015. La cual nos ayuda a constatar el daño causado por la enfermedad en la Planta. <ol style="list-style-type: none"> <li>Plantas sanas.</li> <li>≤ 5% hojas enfermas.</li> <li>≤25% de afectación, marchitamiento de la planta.</li> <li>≤50% de afectación, pudrición de la planta.</li> <li>≤75% de afectación, marchitamiento de las hojas.</li> <li>≤ 100% de afectación, muerte de la planta.</li> </ol>	Observación, escala de 6 grados y registro.	Escala de 6 grados
Costo-Beneficio		Luego de su comercialización, realizamos un costo-beneficio para constatar que tratamiento nos genera un mayor beneficio económico.	Fórmula C/B.	Utilidad Neta/Costo de Producción.

Variable Independiente	Trichoderma harzianum	Se aplico 80 ml de Trichoderma harzianum con una concentración de $4 \times 10^8$ UFC/ml en 10 l de agua, en cada uno de los tratamientos con un área de 25.2 m <sup>2</sup> , aplicándolo al trasplante y cada 11 ddt.	Aspersión manual	Bomba de fumigación
	Bacillus subtilis	Se aplico 80 ml de Bacillus subtilis con una concentración de $2.2 \times 10^8$ UFC/ml en 10 l de agua, en cada uno de los tratamientos con un área de 25.2 m <sup>2</sup> , aplicándolo al trasplante y cada 11 ddt.	Aspersión manual	Bomba de fumigación
Bioinsumos	Químico	Se aplico 100 g de químico en 10 l de agua cada tratamiento en un área de 25.2 m <sup>2</sup> , aplicándolo al trasplante y cada 11 ddt.	Aspersión manual	Bomba de fumigación
Cobertura vegetal	Cobertura vegetal	Se aplicó un total de 8 pacas de paja al momento del trasplante en un área de 100,8 m <sup>2</sup> , a todos los tratamientos que llevaban la cobertura vegetal con un espesor de 30 cm al trasplante y a los 77 ddt, redujo a 10 cm de espesor.	Manualmente	Manualmente

### 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

#### 3.4.1. Ubicación del Proyecto

La presente investigación se la llevará a cabo en el Centro experimental San Francisco perteneciente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi; la misma que se encuentra ubicada en la provincia del Carchi, cantón San Pedro de Huaca, sector la Calera con una altitud de 2834 msnm.



**Figura 2.** Centro experimental San Francisco  
**Fuente:** (Google maps, 2022)

#### 3.4.2. Superficie de ensayo

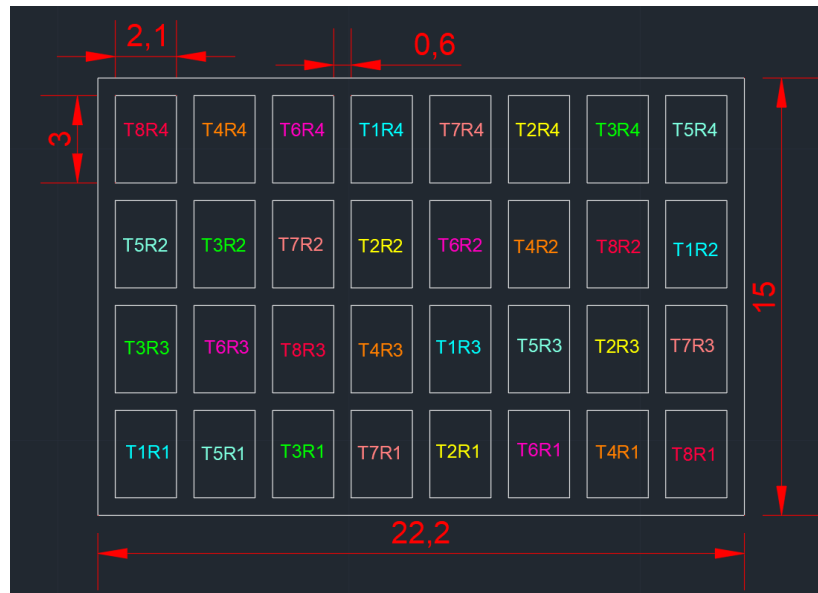
Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA).

**Tabla 7.** Características del ensayo experimental.

Numero de Tratamientos	Ocho (8)
Número de Repeticiones	Cuatro (4)
Área total del Ensayo	333 m <sup>2</sup>
Área de la Parcela	6.3 m <sup>2</sup>
Distancia entre Surcos	0,5 m
Distancia entre Plantas	0,30 m
Total, de Plantas por Unidad	Treinta (30)
Número total de Unidades	Treinta y dos (32)
Total, de Plantas	Novecientos Sesenta (960)

### 3.4.3. Distribución de los tratamientos

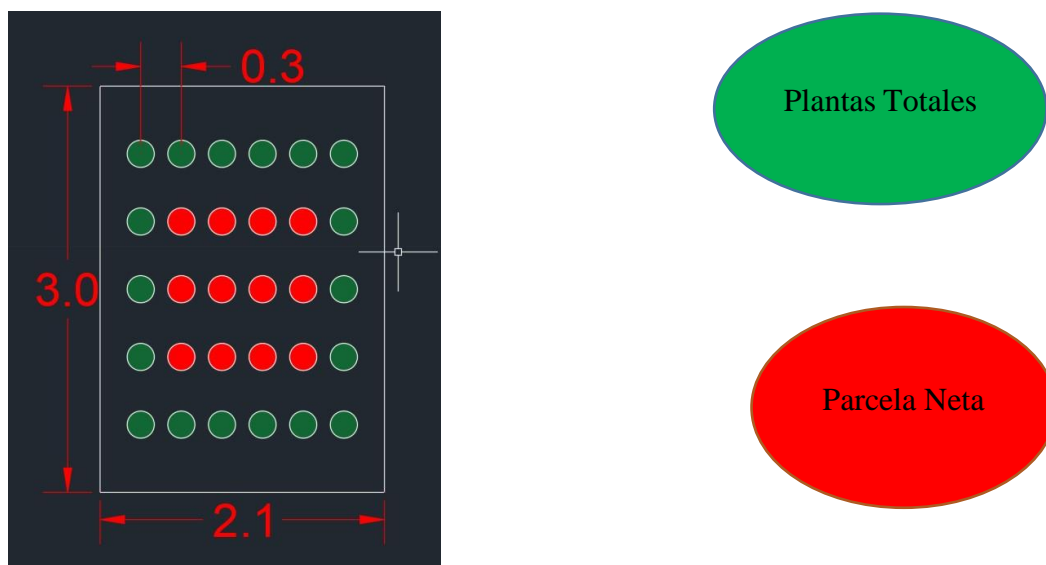
La población del siguiente ensayo experimental se compone por 960 plantas que se dividen en 32 unidades experimentales con un área de 333 m<sup>2</sup>.



**Figura 3.** Población del ensayo experimental.

### 3.4.4. Población y muestra de la investigación

En cada unidad experimental se encuentran 30 plantas de las cuales evaluaremos 12 que conforman la parcela neta.



**Figura 4.** Unidad experimental.

### 3.4.5. Tratamientos

En la presente investigación se evaluaron ocho tratamientos.

**Tabla 8.** Tratamientos evaluados.

Tratamiento	Composición	Descripción
T1	Cobertura vegetal + Bacillus subtilis	Trasplante y cada 11 ddt. 80 ml / 10 l de agua.
T2	Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum	Trasplante y cada 11 ddt. 80 ml / 10 l de agua.
T3	Cobertura vegetal	Al Trasplante 30 cm de espesor.
T4	Bacillus subtilis	Trasplante y cada 11 ddt. 80 ml / 10 l de agua.
T5	Trichoderma harzianum	Trasplante y cada 11 ddt. 80 ml / 10 l de agua.
T6	Químico	Trasplante y cada 11 ddt. 100 g / 10 l de agua.
T7	Bacillus subtilis+ Trichoderma harzianum	Trasplante y cada 11 ddt. 80 ml / 10 l de agua.
T8	Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum	Trasplante y cada 11 ddt. 80 ml / 10 l de agua.

#### 3.4.5.1. Factores en estudio

- **Altura de la Planta (cm):** Se recolecto datos cada 11 días en cm, la parcela neta que estaba compuesta por 12 plantas en cada unidad experimental, luego proceder a sumar y realizar un promedio de cada unidad experimental.
- **Diámetro de la Roseta (cm):** Realizamos tomas cada 11 días en cm, la parcela neta está compuesta por 12 plantas de cada unidad experimental, luego proceder a sumar y realizar un promedio de cada unidad experimental.
- **Incidencia de la enfermedad (%):** se determinó mediante la observación de la sintomatología de la presencia del hongo, en las plantas afectadas que presentaban coloraciones pardas, la cual está afectando la calidad de la planta.

Los valores se expresaron en porcentaje, aplicando la fórmula.

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

**Figura 5.** Formula de % Incidencia.

**Fuente:** (López,2017).

- Severidad de la enfermedad: se determinó mediante la observación de los daños que la enfermedad provoco en la planta para ello se aplicó una escala de 6 grados. (Romero Cortes, 2015), menciona la escala de 6 grados Tabla 9:

**Tabla 10.** Escala de 6 grados.

Severidad	
1	Planta Sana
2	≤ 5 % hojas enfermas
3	≤ 25 % de afectación, marchitamiento de la planta
4	≤ 50 % de afectación, pudrición acuosa de la planta
5	≤ 75 % de afectación, marchitamiento de todas sus hojas marchitas
6	≤ 100 % de afectación, muerte total de la planta

- Peso fresco de la lechuga, a los 77 (ddt), se procedió a la cosecha, de todos los tratamientos utilizando una pesa manual, que nos permitió conocer el peso en kilogramos, así como las anteriores variables se tomó 12 datos de las plantas y posteriormente calculamos un promedio.
- Determinar los costos de los tratamientos, al concluir la investigación a los 77 (ddt), identificar cual será el que genere mayor rentabilidad de estos.

#### 3.4.6. Manejo del experimento

- Adecuación del sitio : Llevamos a cabo la preparación donde fue asignada el área donde vamos a implementar el diseño experimental midiendo un total de 333 m<sup>2</sup>, luego procedimos a limpiar y remover la tierra.
- Preparación de las Unidades Experimentales: Procedimos a formar las unidades experimentales con medidas de acuerdo con el total de plantas que vamos a implantar en cada tratamiento.
- Identificación de las Unidades Experimentales: Implementamos los letreros para identificar cada uno de los tratamientos y los bloques, y facilitar la recolección de datos.
- Toma de datos: Se realizo una toma de datos cada 11 (ddt), ayudándonos con implementos que nos faciliten, tomar datos a 12 plantas y anotar en una libreta luego ayudarnos con la herramienta Excel, sumando y realizando un Promedio.
- Aplicación de los Bioinsumos: Se procedió aplicar cada 11 (ddt), luego de la toma de datos, utilizando bombas para realizar la aplicación de cada uno de los Bioinsumos.

### **3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se implemento un Diseño de bloques Completamente al Azar (DBCA), que está conformado por ocho tratamientos y cuatro repeticiones dando un total de 32 unidades experimentales. Se utilizará un programa estadístico RStudio y vamos a realizar una comparación de normalidad y homogeneidad de varianzas para cada una de las variables, para las variables que cumplieron vamos a realizar un análisis de varianza (ANOVA), para identificar posibles diferencias significativas entre los tratamientos y se le calcula la prueba de medias de Tukey al 5% de nivel de significancia.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS.

#### 4.1.1. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta

En la tabla 10, observamos que las variables cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas según el análisis de varianza (ANOVA). A los 33 y 44 (ddt), no se encontró significancia entre los tratamientos en cuanto a la altura de la planta en centímetros (cm). Sin embargo, a los 55, 66 y 77 (ddt), se encontró significancia estadística entre los tratamientos. Los días 11 y 22 (ddt) mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

**Tabla 11.** ANOVA de altura de Planta (cm), desde los 11 hasta los 77 ddt.

Días/Trasplante		11	22	33	44	55	66	77
F.v.	GL	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Bloq	1	0.848ns	0.623ns	0.169ns	0.828ns	0.646ns	0.356ns	0.359ns
Trat	7	1.41e-05***	1.7e-05***	0.0664ns	0.119ns	0.0146*	0.0334*	0.0225*
Error	23							
Total	31							
CV		4.9 %	5.4%	7%	12.9%	11.9%	9.4%	7.9%
Media		5.5	5.8	6.3	7.7	11.4	14.5	17.5

**Leyenda:** Gl (Grados de libertad); CV ( Coeficiente de Variación); P-valor ( Grado de significancia); ns (No significativo); \* ( Significativo); \*\* (Medianamente significativo); \*\*\* ( Altamente significativo).

En la tabla 11, mediante la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de significancia del 5%, para altura de planta en (cm) a los 77 (ddt), se puede observar que entre los tratamientos, T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T5 (Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T4 (Bacillus subtilis), no existe diferencia significativa sin embargo la mejor media fue el T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum), con una media de 18.91 cm y difiere del T6 (Químico), con una media de 15.63 cm.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey al 5% para la altura de planta en (cm) a los 77 ddt.

Tratamientos	T8	T2	T1	T5	T3	T7	T4	T6
Altura (cm)	18.91 (a)	18.39 (ab)	17.79 (ab)	17.68 (ab)	17.60 (ab)	16.39 (ab)	15.90 (ab)	15.63 (b)

**Leyenda:** T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal); T4 (Bacillus subtilis); T5 (Trichoderma harzianum); T6 (Químico); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum).

El tratamiento T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum) demostró ser el más efectivo en cuanto a la altura de la planta en centímetros, seguido por el tratamiento T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum). Estos resultados se atribuyen a los efectos positivos de la combinación de Trichoderma harzianum, Bacillus subtilis y Cobertura vegetal, esto ayudo a mejorar en los aspectos morfológicos de la planta, favoreciendo su desarrollo, lo cual coincide con (Pechu Santisteban, 2019), quien evaluó el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L.*). A los 20 y 90 días, la altura promedio de las plantas fue de 13,33 cm y 15,78 cm respectivamente para los tratamientos T2 y T3.

#### 4.1.2. Diámetro de la Roseta

En la tabla 12, las variables cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, a través del análisis de varianza (ANOVA), para evaluar el diámetro de la planta en cm a los 66 (ddt), no existe diferencia significativa entre tratamientos, a los 11, 22 y 33 (ddt), es altamente significativo entre los tratamientos, a los 55 (ddt), existe una diferencia medianamente significativa en los tratamientos y a los 44 y 77 (ddt) presenta una diferencia significativa entre tratamientos.

De igual manera a los 11 y 22 (ddt), se evidencio una diferencia significativa entre bloques, a los 33,44,55,66 y 77 (ddt), no existe significancia entre bloques.

**Tabla 13.** ANOVA para el diámetro de la Roseta (cm), desde los 11 hasta los 77 ddt.

Días		11	22	33	44	55	66	77
F.v.	GL	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Bloq	1	0.018*	0.0221*	0.46ns	0.53ns	0.98ns	0.34ns	0.34ns
Trat	7	2.99e-05***	0.00023***	0.000688***	0.028*	0.00143**	0.23ns	0.0371*
Error	23							
Total	31							
C.V.		6.2%	5.5%	8.1%	9.4%	10.5%	10.7%	7.6%
Media		7	8.6	10.4	14.8	18	22.4	25.8

**Leyenda:** Gl (Grados de libertad); CV (Coeficiente de Variación); P-valor (Grado de significancia); ns (No significativo); \* (Significativo); \*\* (Medianamente significativo); \*\*\* (Altamente significativo).

En la tabla 13, mediante la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de significancia del 5 %, para el diámetro de la planta en (cm) a los 77 (ddt), podemos observar que entre los tratamientos T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T4 (Bacillus subtilis); T6 (Químico); T3 (Cobertura vegetal), no existe diferencia significativa sin embargo la mejor media fue del T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum), con una media de 29.65 cm que se diferencian de los tratamiento T7 (Bacillus subtilis+ Trichoderma harzianum), con una media de 24.94 cm y el T5 (Trichoderma harzianum), con una media de 24.79 cm.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey al 5% para el diámetro de la Roseta en(cm) a los 77 ddt.

Tratamientos	T8	T2	T1	T4	T6	T3	T7	T5
Diámetro	29.65	26.77	26.07	25.32	25.20	25.18	24.94	24.79
(cm)	(a)	(ab)	(ab)	(ab)	(ab)	(ab)	(b)	(b)

**Leyenda:** T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal); T4 (Bacillus subtilis); T5(Trichoderma harzianum); T6 (Químico); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum).

El tratamiento T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum) demostró ser el más efectivo en cuanto al diámetro de la planta en centímetros, seguido por el tratamiento T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum). Estos resultados se atribuyen a los efectos positivos de la combinación de Trichoderma harzianum, Bacillus subtilis y Cobertura vegetal, esto ayudo a mejorar en los aspectos morfológicos de la planta, favoreciendo su desarrollo, no concuerdo con (Pechu Santisteban, 2019), quien evaluó el efecto de la inoculación de microorganismos eficientes (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga

(*Lactuca sativa* L.). Los resultados no indicaron diferencias significativas entre tratamientos.

#### 4.1.3. Incidencia del Mildiu veloso

En la tabla 14, las variables cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, a través del análisis de varianza (ANOVA), para evaluar la incidencia del Mildiu veloso en porcentaje (%) detallada en la (figura 5). A los 22 (ddt), no existe significancia entre tratamientos, a los 33 (ddt) existe significancia entre tratamientos, a los 11 (ddt) es medianamente significativo entre tratamientos, a los 44,55,66 y 77 (ddt) se obtuvieron resultados altamente significativos entre tratamientos. A los 11,22,33 y 55 (ddt), no existe significancia entre bloques, a los 44 y 77 (ddt) presenta una diferencia significativa entre bloques, a los 66 (ddt) es medianamente significativo entre bloques.

**Tabla 15.** ANOVA para la Incidencia del Mildiu veloso, desde los 11 hasta los 77 ddt.

Días		11	22	33	44	55	66	77
F.v.	GL	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Bloq	1	0.5629ns	0.813ns	0.577ns	0.016*	0.119ns	0.0249**	0.0165*
Trat	7	0.00523**	0.366ns	0.0116*	5.76e-06***	3.82e-05***	0.000304***	7.38e-08***
Error	23							
Total	31							
C.V.		36.3%	40.5%	51.7%	46.3%	64.4%	63.3%	23.5%
Media		16.66	16.66	8.33	8.33	8.33	8.33	10.7

**Leyenda:** GI (Grados de libertad); CV (Coeficiente de Variación); P-valor (Grado de significancia); ns (No significativo); \* (Significativo); \*\* (Medianamente significativo); \*\*\* (Altamente significativo)

En la tabla 15, luego de la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de significancia del 5%, para la incidencia del Mildiu veloso en (%) detallada en la (Figura 5). A los 77 (ddt), podemos observar que el tratamiento, T6 (Químico); existe una diferencia significativa con una media de 21.71%, los tratamientos, T3 (Cobertura vegetal); T5 (*Trichoderma harzianum*); T4 (*Bacillus subtilis*); T7 (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*), no existe diferencias significativas, T1 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis*); T2 (Cobertura vegetal + *Trichoderma harzianum*), no existe diferencia significativa, sin embargo el tratamiento T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*), presentando la menor media de 3.57%, siendo el mejor tratamiento que presento menor incidencia de la enfermedad.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey al 5% incidencia del Mildiu veloso, a los 77 ddt.

Tratamientos	T6	T4	T5	T7	T3	T2	T1	T8
Incidencia (%)	21.71 (a)	13.38 (b)	13.38 (b)	13.09 (bc)	11.00 (bcd)	7.14 (cde)	6.84 (de)	3.57 (e)

**Leyenda:** T1 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis*); T2 (Cobertura vegetal + *Trichoderma harzianum*); T3 (Cobertura vegetal); T4 (*Bacillus subtilis*); T5 (*Trichoderma harzianum*); T6 (Químico); T7 (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*); T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*).

El tratamiento T8, que incluye Cobertura vegetal junto con *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, ha demostrado ser el más efectivo en la reducción de la incidencia de la enfermedad, con un menor porcentaje de afectación. Este resultado se atribuye a los efectos positivos de la combinación de *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y la Cobertura vegetal. Estos componentes ayudan significativamente a proteger a la planta contra los ataques del Mildiu veloso, permitiendo un estricto control de la enfermedad y mejorando la calidad general de las plantas la cual concuerda (López Moreta, 2017), quien llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de *Trichoderma* spp. en combinación con mulch y *Bacillus* sp. en el control del Mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Los resultados mostraron que la aplicación de *Trichoderma* spp. junto con mulch fue la más efectiva, demostrando una menor incidencia de la enfermedad.

#### 4.1.4. Severidad del Mildiu veloso

En la tabla 16, las variables cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, a través del análisis de varianza (ANOVA), para evaluar la severidad del Mildiu veloso, mediante una escala detallada en la (tabla 9), a los 55 y 66 (ddt) no existe diferencia significativa entre tratamientos, a los 22, 44 (ddt), presenta una diferencia significativa entre tratamientos, a los 77 (ddt), presenta una diferencia altamente significativa entre tratamientos, a los 11 y 33 (ddt), presenta una diferencia medianamente significativa, a los 22,33,44,55,66 y 77 (ddt), no existe una diferencia significativa entre bloques, a los 11 (ddt) presenta una diferencia significativa entre bloques.

**Tabla 17.** ANOVA para la Severidad del Mildiu vellosa, desde los 11 hasta los 77 ddt.

Días		11	22	33	44	55	66	77
F.v.	GL	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor	P-valor
Bloq	1	0.01659*	0.7072ns	0.22066ns	0.7907ns	0.468ns	0.863ns	0.187ns
Trat	7	0.00388**	0.0139*	0.00393**	0.0152*	0.184ns	0.119ns	3.4e-06***
Error	23							
Total	31							
C.V.		20.9%	27.7%	25.5%	30.3%	34.9%	37.2%	12.4%
Media		2	1.5	2	2	1.5	1	1.5

**Leyenda:** GL (Grados de libertad); CV (Coeficiente de Variación); P-valor (Grado de significancia); ns (No significativo); \* (Significativo); \*\* (Medianamente significativo); \*\*\* (Altamente significativo).

En la tabla 17, luego de la prueba de comparación y medidas de Tukey al nivel de significancia del 5%, para la severidad de la enfermedad mediante una escala detallada en la (tabla 9), a los 77 (ddt), se puede observar que entre los tratamientos, T6 (Químico); T5 (Trichoderma harzianum), no existe una diferencia significativa sin embargo el que obtuvo mayor media fue el T6 (Químico), con una escala de 2.14 el tratamiento que se difiere es el T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum), con una escala de 1.14.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey al 5% para la severidad del Mildiu vellosa a los 77 ddt.

Tratamientos	T6	T5	T4	T3	T7	T1	T2	T8
Escala	2.14	1.82	1.64	1.60	1.53	1.42	1.17	1.14
(1-6)	(a)	(ab)	(b)	(bc)	(bcd)	(bcd)	(cd)	(d)

**Leyenda:** T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal); T4 (Bacillus subtilis); T5 (Trichoderma harzianum); T6 (Químico); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum).

El tratamiento T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum) demostró ser el más efectivo en términos de severidad de la enfermedad, evaluada mediante una escala de 6 grados, seguido por el tratamiento T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum). Estos resultados se atribuyen a los efectos positivos de la combinación de Trichoderma harzianum, Bacillus subtilis y la Cobertura vegetal. Estos componentes contribuyeron significativamente a mejorar la resistencia de las plantas frente a enfermedades, favoreciendo un estricto control de las mismas, lo cual coincide con (López Moreta, 2017), realizó un estudio para evaluar el efecto de Trichoderma spp. junto con mulch y Bacillus sp. en el control del mildiu vellosa (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Los resultados demostraron que la aplicación de Trichoderma spp. combinado con mulch resultó en un menor porcentaje de severidad de la enfermedad.

#### 4.1.5. Peso de la Lechuga

En la tabla 18, la variable peso cumplió con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, a través del análisis de varianza (ANOVA), para evaluar el peso de la lechuga en kilogramos a los 77 (ddt), se obtuvo una diferencia medianamente significativa entre los tratamientos, no se encontraron diferencias significativas entre bloques.

**Tabla 19.** ANOVA para el peso de la lechuga en kg a los 77 ddt.

Días		77
F.v.		P-valor
Bloques	GL	0.5883ns
Tratamientos	1	0.00274**
Error	7	
Total	23	
C.V.	31	19.9%
Media		0.4

**Leyenda:** Gl (Grados de libertad); CV (Coeficiente de Variación); P-valor (Grado de significancia); ns (No significativo); \* (Significativo); \*\* (Medianamente significativo); \*\*\* ( Altamente significativo)

En la prueba de comparación de medias de Tukey al nivel de significancia del 5 % para el peso de la lechuga en (kg) a los 77 (ddt), se puede observar en la (Tabla 19), que entre los tratamientos, T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T5 (Trichoderma harzianum); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal), no existe una diferencia significativa sin embargo el que presentó mayor media fue el T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum), con una media de 0.74 kg, este difiere de los tratamientos T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T4 (Bacillus subtilis); T6 (Químico), que presentó una media de 0.37 kg siendo la media más baja en comparación con los tratamientos.

**Tabla 20.** Prueba de Tukey al 5% para el peso en kg a los 77 ddt.

Tratamientos	T8	T2	T5	T7	T3	T1	T4	T6
Kilogramos	0.74	0.63	0.54	0.53	0.52	0.47	0.46	0.37
(Kg)	(a)	(ab)	(abc)	(abc)	(abc)	(bc)	(bc)	(c)

**Leyenda:** T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal); T4 (Bacillus subtilis); T5 (Trichoderma harzianum); T6 (Químico); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum).

Los resultados obtenidos conseguidos en la variable peso de la lechuga, coincide con (Pechu Santisteban, 2019), su objetivos fueron evaluar el Efecto de la inoculación de microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.), sus tratamientos fueron: T1 (Microorganismos

eficientes), T2 (Basu), T3 (Trichocastle), T4 (testigo), los resultados obtenidos: el peso de la lechuga por cabeza fue de 214,44 g para el T3; el rendimiento obtenido fue de 16 083 kg/ha. Asimismo (Galeas Miguez, 2014), evaluó la efectividad de *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en la producción de lechuga *Lactuca sativa*". el tratamiento E0D2 (Aplicamos al trasplante de 120 g *Trichoderma harzianum* / 20 litros de agua) se logró el mejor peso de cosecha y la mayor utilidad económica.

#### 4.1.6. Relación Costo – Beneficio

A continuación, se presentan los análisis económicos correspondientes a los ocho tratamientos evaluados, detallando los siguientes aspectos: costos de producción en dólares por hectárea, producción de lechugas por hectárea, precio unitario de venta en dólares, venta total en dólares, utilidad neta y costo-beneficio en dólares. El costo de cada unidad de lechuga varió según la calidad del producto, oscilando entre 0.25, 0.30, 0.35 y 0.40 centavos de dólar al momento de la cosecha.

Los resultados obtenidos muestran que todos los tratamientos presentan beneficios económicos, con la excepción del T4 (*Bacillus subtilis*) y el T6 (Químico), que generan pérdidas. Entre los tratamientos evaluados, aquellos que destacan por su mayor costo-beneficio son el T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*), con una ganancia de \$0.80 centavos por cada dólar invertido, seguido por el T2 (Cobertura vegetal + *Trichoderma harzianum*), que muestra una ganancia de \$0.59 centavos por cada dólar invertido. Tanto el T1 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis*) como el T5 (*Trichoderma harzianum*) presentan un beneficio económico equivalente de \$0.26 centavos por cada dólar invertido. Por otro lado, el T7 (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*) muestra una ganancia de \$0.14 centavos por cada dólar invertido. Finalmente, el T3 (Cobertura vegetal) no presenta beneficio económico y tampoco pérdidas.

**Tabla 21.** Relación costo – beneficio.

Tratamientos	Costo de Producción (\$)	Producción (Unidad/Ha)	Venta Unitaria (\$)	Venta Total (\$)	Utilidad Neta (\$)	C/B (\$)
T1	3821.32	28818	0.30	8645.4	4824.08	1.26
T2	3896.39	28820	0.35	10087	6190.61	1.59
T3	3596.09	28778	0.25	7194.5	3598.41	1.00
T4	3746.24	28788	0.25	7197.0	3450.76	0.92
T5	3821.32	28798	0.30	8639.4	4818.08	1.26
T6	3671.17	28758	0.25	7189.5	3518.33	0.96
T7	4046.54	28808	0.30	8642.4	4595.86	1.14
T8	4126.62	28828	0.40	11531.2	7404.58	1.80

**Leyenda:** T1 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis); T2 (Cobertura vegetal + Trichoderma harzianum); T3 (Cobertura vegetal); T4 (Bacillus subtilis); T5 (Trichoderma harzianum); T6 (Químico); T7 (Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum); T8 (Cobertura vegetal + Bacillus subtilis + Trichoderma harzianum).

En la tabla 20, luego de los resultados obtenidos indican que el tratamiento T8, que combina Cobertura vegetal con Bacillus subtilis y Trichoderma harzianum, presenta el mejor costo-beneficio. Este tratamiento no solo mejora los rendimientos en términos de altura y diámetro de la roseta, sino que también reduce la incidencia y severidad de la enfermedad del Mildiu veloso, generando una ganancia de \$0.80 por cada dólar invertido coincidiendo con (Mogro Marcatoma, 2024), en su investigación el mejor tratamiento que genero un mayor costo beneficio fue el tratamiento (T. harzianum + B. subtilis + Fertilizante 75%), generando un beneficio de \$0,67 ctvs por cada dólar invertido generando una rentabilidad del 67,22%.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- La utilización combinada de bioinsumos y cobertura vegetal en el cultivo de lechuga ha demostrado ser altamente efectiva en mejorar tanto la salud de las plantas como el rendimiento del cultivo. Los bioinsumos y cobertura vegetal, no solo optimizan el control de enfermedades, sino que también fomentan un crecimiento robusto de las plantas, lo que genera una mayor calidad de los productos y rendimientos más altos.
- El tratamiento más eficaz para los efectos morfológicos fue el T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*). Este tratamiento logró resultados superiores en las variables evaluadas, con una altura de planta promedio de 18.91 cm, un diámetro promedio de 29.65 cm, y un peso promedio de 0.748 kilogramos por lechuga.
- El tratamiento T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*) mostró los mejores resultados en el control del Mildiu veloso en el cultivo de lechuga. Destacó especialmente en las variables de incidencia, con una media del 3.57%, y en severidad, con una escala de 1.14.
- En cuanto al análisis económico, no todos los tratamientos mostraron beneficios económicos. No obstante, el tratamiento T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus subtilis* + *Trichoderma harzianum*), destacó por su mayor costo-beneficio, con \$0.80 centavos por cada dólar invertido.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Informar a los productores sobre la importancia de utilizar bioinsumos junto con cobertura vegetal. Esta práctica contribuye a reducir el uso excesivo de fertilizantes químicos y facilita el control de enfermedades, lo que a su vez permite obtener plantas de alta calidad y mejorar la comercialización del cultivo.
- Se recomienda llevar a cabo nuevas investigaciones sobre la aplicación combinada de bioinsumos y cobertura vegetal en el cultivo de lechuga, implementando distintas dosis y frecuencias. Este enfoque permitirá obtener datos adicionales y evidenciar posibles mejoras en los resultados.
- Investigar acerca de nuevas aplicaciones de bioinsumos combinando con otros productos agroecológicos que puedan aumentar los rendimientos en el cultivo.
- Realizar investigaciones adicionales sobre la combinación de bioinsumos y cobertura vegetal en diversos cultivos, probando diferentes dosis y frecuencias para evaluar su efectividad.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P. A., Espitia Malagón, E. M., Tamaño Molano, P. J., Argüello, O., Guzmán Arroyave, M., & Jaramillo Noreña, J. (2014). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga en el oriente antioqueño. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13758>
- ALFONSO, S. R. M. (2020). ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS HIDROPÓNICOS SOBRE EL CULTIVO DE LECHUGA [PhD Thesis, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR]. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SILVA%20ROLDAN%20MILTON%20ALFONSO\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SILVA%20ROLDAN%20MILTON%20ALFONSO_compressed.pdf)
- Alzate Pérez, D. G. (2022). Evaluar dos metodologías para el análisis de residuos de los fungicidas mancozeb y propineb en frutas y vegetales como alternativas de análisis de su calidad e inocuidad [Trabajo de grado - Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82942>
- Borrego, J. V. M., Gómez, A. M., & Soria, C. B. (2000). La lechuga y la escarola. Caja Rural Valencia. Fundación Mundi Prensa.
- Burbano Coaboy, R. B., & Heredia Ilvis, S. B. (2024). Eficacia de fungicidas en el control de mildiu vellosa (*Pseudoperonospora cubensis* Berk & Curt.) en el cultivo de pepino [bachelorThesis, Calcuta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2376>
- Caguana Baño, J. M. (2022). Evaluación de cuatro tipos de mulch orgánico para recuperar suelos erosionados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) en el sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021. [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9066>
- Consuelo, E. L., José, L. R. A., Javier, L. L., & Luz, A. S. M. (2015). MEDIO AMBIENTE Y ESPACIOS VERDES. Editorial UNED.
- Cordero Arévalo, M. D. L. Á. (2021). Determinación de la eficiencia de la técnica de riego solar en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en agricultura urbana [bachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/33315>
- Corrales Ramírez MSc, L. C., Caycedo Lozano MSc, L., Gómez Méndez, M. A., Ramos Rojas, S. J., & Rodríguez Torres, J. N. (2017). *Bacillus* spp: Una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 45-65. <https://doi.org/10.22490/24629448.1958>

- de Dios-Delgado, I., Sandoval-Villa, M., & Cárdenas-Soriano, E. (2006). APLICACIONES FOLIARES DE CALCIO Y SILICIO EN LA INCIDENCIA DE MILDIU EN LECHUGA.
- Díaz, L. A. (2017). Producción de Cultivo Hidropónico Lechuga (*Lactuca Sativa* L.) para la Promoción de la Autogestión en la Escuela Básica Bolivariana "Los Naranjos". *Revista Científica*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2017.2.4.12.204-222>
- El-Beltagi, H. S., Basit, A., Mohamed, H. I., Ali, I., Ullah, S., Kamel, E. A. R., Shalaby, T. A., Ramadan, K. M. A., Alkhateeb, A. A., & Ghazzawy, H. S. (2022). Mulching as a Sustainable Water and Soil Saving Practice in Agriculture: A Review. *Agronomy*, 12(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/agronomy12081881>
- Enrique David Goites. (2008). <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/292304/>. <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/292304/>
- erollet-bruc. (2023, julio 24). Mulching vegetal: Beneficios para el ahorro de agua. *Bruc Jardí*. <https://www.brucjardi.com/beneficios-del-mulching-vegetal-para-el-ahorro-de-agua/>
- Ezziyyani, M., Sánchez, C. P., Ahmed, A. S., Requena, M. E., & Castillo, M. E. C. (2004). TRICHODERMA HARZIANUM COMO BIOFUNGICIDA PARA EL BIOCONTROL DE PHYTOPHTHORA CAPSICI EN PLANTAS DE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM* L.). *Anales de Biología*, 26, Article 26
- Ferro, R. (2020). Proyecto de Trabajo Final.
- Flores Palate, E. K. (2024). Evaluación del comportamiento agronómico de nuevos cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.), en la Parroquia de Izamba [bachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/41021>
- Galeas Miguez, M. A. (2014). Determinar la eficiencia de *Trichoderma harzianum* en el control biológico de *Bremia lactucae* en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa* [bachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/7031>
- García, C. O. R., & González, L. C. (2021a). EMPLEO DE *Trichoderma* spp. PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LECHUGA. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2020.4668>
- García, C. O. R., & González, L. C. (2021b). EMPLEO DE *Trichoderma* spp. PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LECHUGA. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 11(2), Article 2. <https://doi.org/10.24054/19009178.v2.n2.2020.4668>
- Guangasig Chango, A. M. (2022). Evaluación del efecto de temperatura en el cultivo de hortalizas Lechuga crespa (*Lactuca sativa*), Papa nabo (*Brassica rapa*), Nabo (*Brassica napus*), Bajo cubierta plástica y campo abierto en el campus

CEASA, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, 2021-2022. [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/9456>

Guaranga, A. R. G. (2017). PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO.

Hernández-Melchor, D. J., Ferrera-Cerrato, R., Alarcón, A., Hernández-Melchor, D. J., Ferrera-Cerrato, R., & Alarcón, A. (2019). Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE FERMENTACIÓN PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 98-112. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>

Hurtado Salazar, C. A. (2023). Evaluación de los efectos de la aplicación de tres concentraciones de CO<sub>2</sub> bajo invernadero en el cultivo de lechuga crespa (*Lactuca Sativa* Vas. Crispa), en el sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi. [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/10678>

Inty. (2011a, marzo 22). CULTIVO DE LA LECHUGA: CLASIFICACIÓN TAXÓMICA. CULTIVO DE LA LECHUGA. <https://cultivodelalechuga.blogspot.com/2011/03/clasificacion-taxomica.html>

Kirk, P., Cannon, P., Stalpers, J., & Minter, D. W. (2008). *Dictionary of the Fungi*. 10th ed. CABI Publishing. Great Britain.

Kunjeti, S. G., Anchieta, A., Martin, F. N., Choi, Y.-J., Thines, M., Michelmore, R. W., Koike, S. T., Tsuchida, C., Mahaffee, W., Subbarao, K. V., & Klosterman, S. J. (2016). Detection and Quantification of *Bremia lactucae* by Spore Trapping and Quantitative PCR. *Phytopathology*, 106(11), 1426-1437. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-16-0143-R>

López Moreta, H. V. (2017). Aplicación de mulch, *Bacillus* sp. Y *Trichoderma* spp. Para el control de mildiu veloso (*Bremia lactucae*) en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) [bachelorThesis]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25021>

M, F. E. M., & V, G. A. G. (2010). Crecimiento y producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.var. Romana) bajo diferentes niveles de potasio. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i2.1239>

Matheron, M. E. (2015). *Biology and Management of Downy Mildew of Lettuce*.



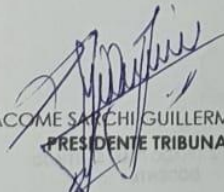
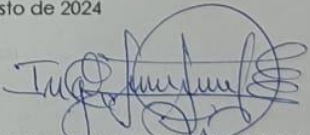

Melgarejo García, J. (2011). Fungicidas :mecanismos de acción de los fungicidas. *Revista Ventana al Campo Andino*, 193-202.

- Mogro Marcatoma, E. J. (2024). Evaluación de tres bioformulados en combinación con fertilización química en el desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. Crespa. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22221>
- Ñacato Suntaxi, C. A., & Valencia Gordón, M. F. (2016). Aislamiento, identificación y pruebas in vitro de cepas autóctonas de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol de *Alternaria* spp en *Brassica oleracea* var.italica. [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12144>
- Oviedo Esparza, E. J. (2013). Evaluación bioagronómica de ocho cultivares de lechuga iceberg (*Lactuca sativa* L.), con abonos orgánicos y químicos en el cantón Chambo – provincia de Chimborazo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/511>
- Paredes, L. E. T. (2014). APLICACIÓN DE BACILUX PARA EL CONTROL DE MILDIU VELLOSO (*Bremia lactucae*) EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) VARIEDADES WINTERHAVEN Y GREAT LAKES EN EL CANTÓN AMBATO.
- Pechu Santisteban, J. M. (2019). Efecto de la inoculación de microorganismo eficiente (EM), Trichocastle y Basu en el crecimiento y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad romana en condiciones de azotea-Tarma-2016. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2419>
- Peña, J., García, J., & Campos, M. (2019). Planificación de la zonificación de la Finca Experimental San Francisco situada en la provincia del Carchi Ecuador. *Tierra Infinita*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.32645/26028131.923>
- Posada Uribe, L. F. (2017). Promoción de crecimiento vegetal de *Bacillus subtilis* EA-CB0575, colonización rizosférica y potencial genómico y bioquímico. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59749>
- Ríos, E. L. V. (2014). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de *Trichoderma* como control biológico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(1), Article 1. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/40>
- Rodríguez Ferro, G. (2020). Efecto de un biofungicida a base de *Trichoderma harzianum* sobre plantas de lechuga cultivadas en invernadero [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/89946>
- Romero Cortes, J. D. J. (2015). MANEJO INTEGRADO DE LA PUDRICION BLANCA (*Sclerotinia sclerotiorum*.) EN LECHUGA, EN TENANGO DEL VALLE, ESTADO DE MÉXICO. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65643>
- Romero-Arenas, O., Lara, M. H., Huato, M. A. D., Hernández, F. D., & Victoria, D. A. A. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. 2.

- SOCIETY, T. A. P. (2001). Plagas y enfermedades de la lechuga. Ediciones Mundi-Prensa.
- Solis Gonzalez, F. J. (2017). Evaluación del rendimiento en el cultivo de lechuga lactuca sativa en sistemas hidropónicos y aeropónicos automatizados [bachelorThesis, Machala: Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10532>
- Valencia L., A. (1995). Cultivo de hortalizas de hojas: Col y Lechuga. En Instituto Nacional de Innovación Agraria. Instituto Nacional de Investigación Agraria. <https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui//handle/inia/985>
- Vanegas, J., González, G., & Vergara, A. (2010). Manual de procesamiento y conservación de lechugas (*Lactuca sativa* L.) variedades verde y morada crespa mínimamente procesadas.
- Villarreal-Delgado, M. F., Villa-Rodríguez, E. D., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Parra-Cota, F. I., Santos-Villalobos, S. de los, Villarreal-Delgado, M. F., Villa-Rodríguez, E. D., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Parra-Cota, F. I., & Santos-Villalobos, S. de los. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Viteri, M. L., & García, M. (2013). Tomate y lechuga: Importancia productiva y comercial. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/3571>
- Wu, B. M., Subbarao, K. V., & Van Bruggen, A. H. C. (2000). Factors Affecting the Survival of *Bremia lactucae* Sporangia Deposited on Lettuce Leaves. *Phytopathology*, 90(8), 827-833. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.8.827>
- Zea, P., Pierre, L., Lucero, G., Larriva, W., & Chica, E. J. (2020). Desarrollo y rendimiento de calabacín y lechuga cultivados sobre acolchados vivos en Cuenca, Ecuador. *Siembra*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1811>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI</b> 			
<b>FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES</b> <b>CARRERA DE AGROPECUARIA</b> <b>ACTA</b> <b>DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>			
<b>ESTUDIANTE:</b>	AYALA PASPUEL JUAN CARLOS	<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401706569
<b>PERIODO ACADÉMICO:</b>	2024 B		
<b>PRESIDENTE TRIBUNAL</b>	MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER	<b>DOCENTE TUTOR:</b>	PhD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
<b>DOCENTE:</b>	MSC. ORTIZ TIRADO PAÚL SANTIAGO		
<b>TEMA DEL TIC:</b>	Evaluación de bioinsumos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu veloso ( <i>Bremia lactucae</i> ), en el cultivo de lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> ) en el Cantón San Pedro de Huaca.		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,83	Reformular el primer objetivo específico
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,83	Detallar la concentración de los microorganismos empleados
3	METODOLOGÍA	7,83	Detallar las dosis de los bioinsumos en los tratamientos y el tratamiento químico / Detallar la fuente de la escala empleada / Exponer la metodología empleada en la presentación
4	RESULTADOS	7,83	Cambiar los títulos de las tablas ( Acortarlos)
5	DISCUSIÓN	7,83	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,83	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,83	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,83	
Obteniendo una nota de: <u>7,83</u> Por lo tanto, <b>APRUEBA</b> ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:			
Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.			
Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el <u>viernes, 30 de agosto de 2024</u>			
 MSC. JÁCOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER <b>PRESIDENTE TRIBUNAL</b>		 PhD. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL <b>DOCENTE TUTOR</b>	
 MSC. ORTIZ TIRADO PAÚL SANTIAGO <b>DOCENTE</b>			

## Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



### UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

#### Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

**Autor:** Ayala Paspuel Juan Carlos

**Fecha de recepción del abstract:** 03 de septiembre de 2024

**Fecha de entrega del informe:** 06 de septiembre de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

#### Observaciones:


Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente

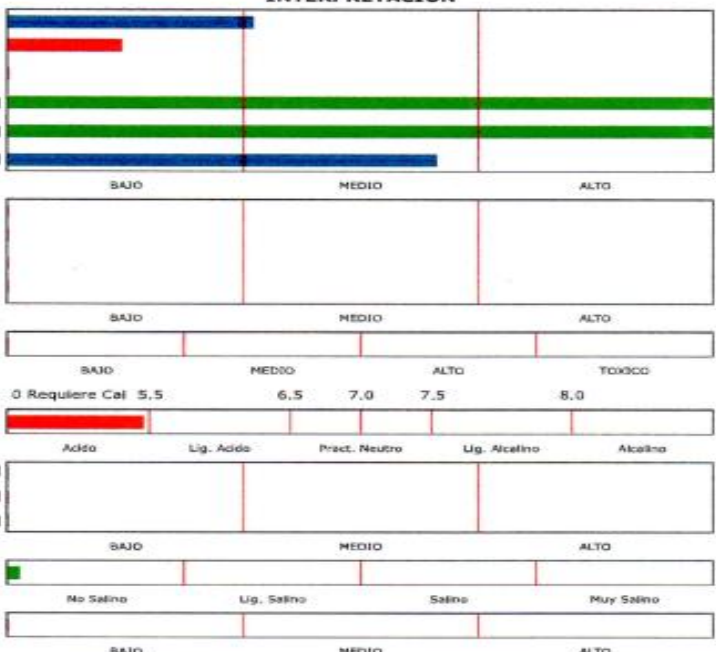
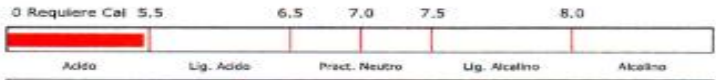
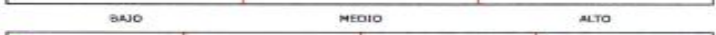





MA. Martha Viveros  
Docente responsable del  
CIDEN


**Anexo 3.** Resultados del análisis del suelo previo a la investigación.



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS									
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b>		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b>							
Nombre: JUAN AYALA	Provincia: Carchi	Cantón: Huaca	Parroquia: Huaca						
Ciudad: Huaca	Teléfono: 0969961254	Sitio: UPEC							
Fax:									
<b>DATOS DEL LOTE</b>		<b>DATOS DE LABORATORIO</b>							
Sitio: UPEC	Nro Reporte.: 11589	Tipo de Análisis: Elemental	Muestra: Suelo, muestra 1						
Superficie:	Número de Campo: Muestra # 1	Fecha de Ingreso: 2023-08-25	Fecha de Reporte: 2023-08-30						
Cultivo Actual:	A Cultivar: Lechuga crespa								
<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>	<b>INTERPRETACION</b>						
<b>N</b>	31.25	ppm							
<b>P</b>	4.85	ppm							
<b>S</b>		ppm							
<b>K</b>	0.68	meq/100 ml							
<b>Ca</b>	10.46	meq/100 ml							
<b>Mg</b>	1.32	meq/100 ml							
<b>Zn</b>		ppm							
<b>Cu</b>		ppm							
<b>Fe</b>		ppm							
<b>Mn</b>		ppm							
<b>B</b>		ppm							
<b>pH</b>	5.28		<p>0 Requiere Cal 5,5      6,5      7,0      7,5      8,0</p> <p>Acido      Lig. Acido      Pract. Neutro      Lig. Alcalino      Alcalino</p>						
<b>Acidez Int. (Al+H)</b>		meq/100 ml							
<b>Al</b>		meq/100 ml							
<b>Na</b>		meq/100 ml							
<b>Ce</b>	0.140	mS/cm							
<b>MO</b>		%							
<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca+Mg</b>	<b>(meq/100ml)</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>(%)</b>			<b>Clase Textural</b>
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7.92	1.94	17.32	12.46						

Dr. Quim. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio 



#### Anexo 4. Evidencia de recolección de información.



**Figura 6.** Trasplante de plántulas



**Figura 7.** Verificación de plántulas



**Figura 8.** Dosificación de bioinsumos



**Figura 9.** Cobertura



**Figura 10.** Plántulas sin cobertura



**Figura 11.** Aplicación de bioinsumos

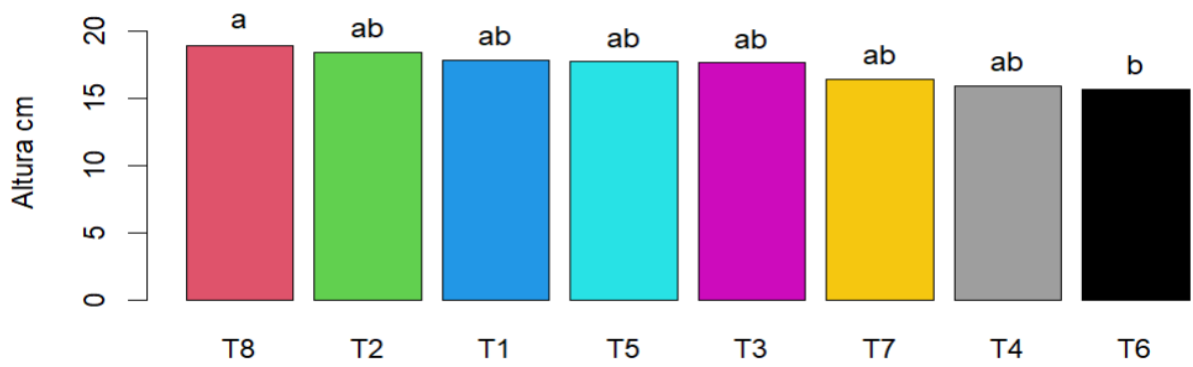


**Figura 12.** Cosecha

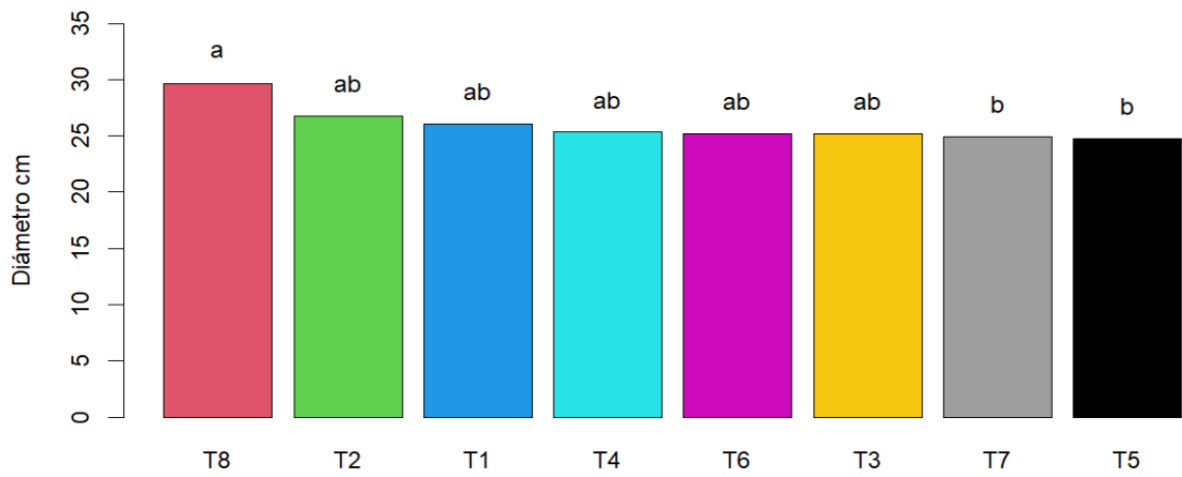


**Figura 13.** Cosecha

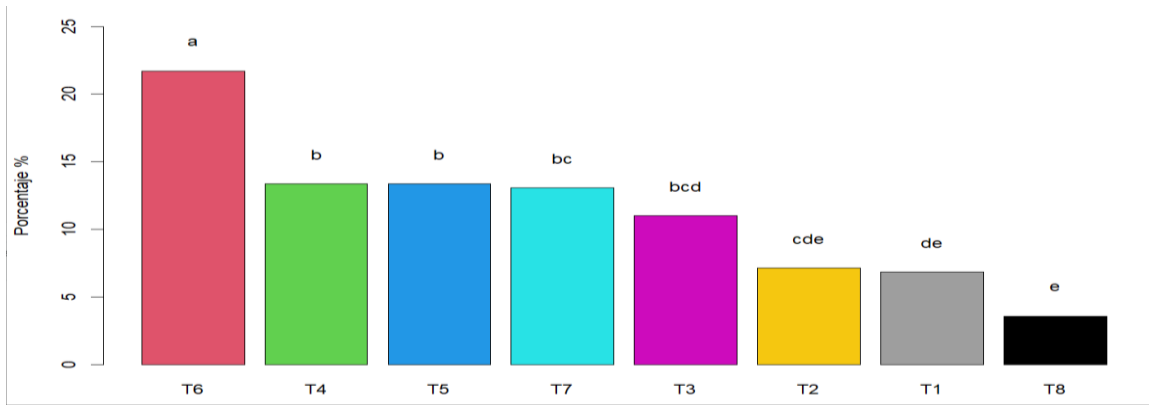
**Anexo 5.** Análisis estadístico



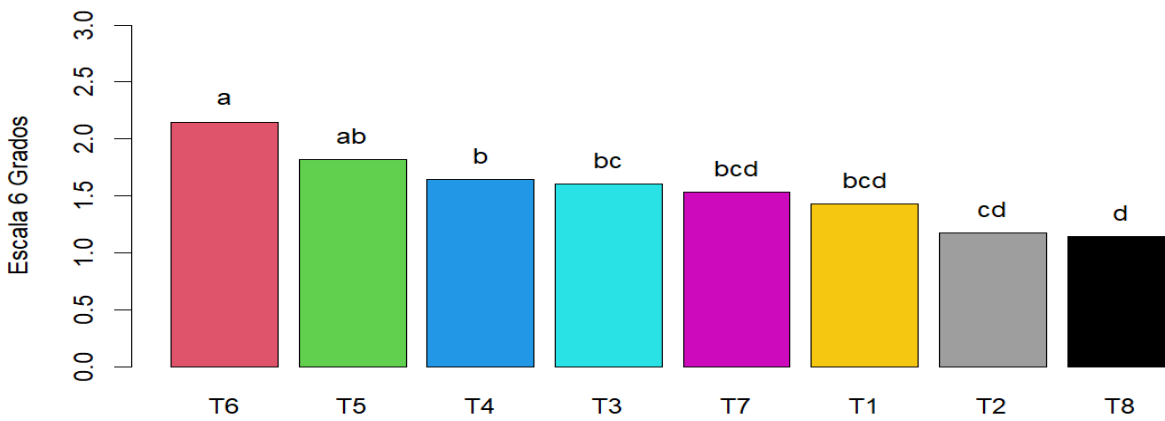
**Figura 14.** Prueba de Tukey al 5 %, para la Altura de planta los 77 ddt.



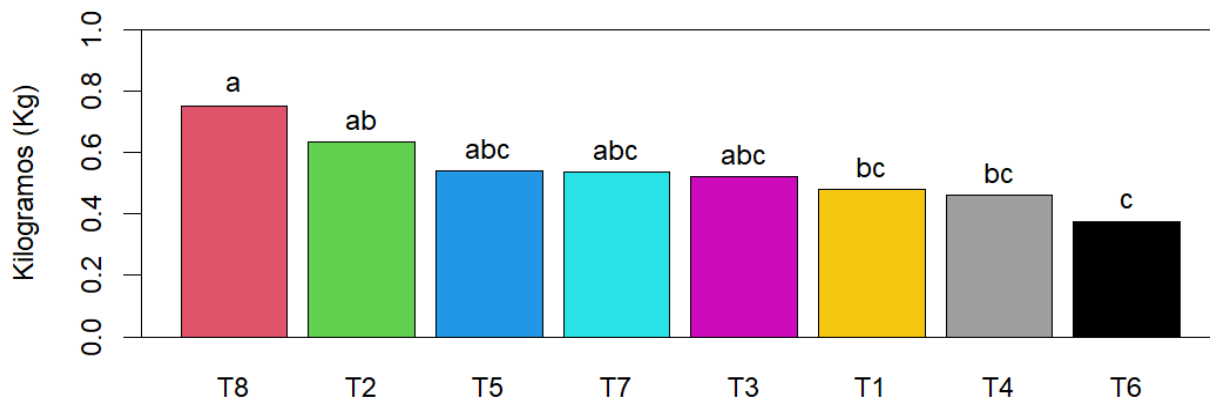
**Figura 15.** Prueba de Tukey al 5% para el Diámetro de la roseta a los 77 ddt.



**Figura 16.** Prueba de Tukey al 5% para la Incidencia en la planta a los 77 ddt.



**Figura 17.** Prueba de Tukey al 5% para la Severidad en la planta a los 77 ddt.



**Figura 18.** Prueba de Tukey al 5%, para el Peso de la planta a los 77 ddt.